

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kelapa

Kelapa merupakan komoditi yang cukup penting peranannya dalam perekonomian nasional. Dalam produksi perkelapaan dunia, Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar kedua setelah Philipina yaitu penghasil 25% dari produksi dunia (Dillon, 1993).

Berdasarkan data statistik Direktorat Jendral Perkebunan, luas areal dan produksi perkebunan kelapa di seluruh Indonesia pada tahun 1995 menunjukkan jumlah total luas area 3.566.917 Ha pertanaman kelapa yang tersebar di seluruh propinsi di Indonesia, dengan potensi produksi 2.638.344 ton kelapa. Jumlah total luas areal pertanaman kelapa tersebut 3.492.375 Ha merupakan areal perkebunan rakyat dengan produksi 2.610.090 ton. (Anonim, 1996). Diperkirakan pembudidayaan kelapa memberikan lapangan kerja bagi sekitar 1 juta kepala keluarga di Indonesia, disamping itu kelapa juga memberikan andil dalam perolehan devisa negara, pendapatan daerah dan sumber penyediaan bahan baku bagi industri dalam negeri (Buda, 1981).

Produk kelapa Indonesia sebagian besar dihasilkan dalam bentuk minyak kelapa, kopra, santan dan kelapa parut kering (Dillon, 1993). Berdasarkan data statistik tahun 1990, setiap tahun rata-rata diproduksi 1,1 juta ton kopra, 650 ribu ton minyak kelapa, 400 ribu ton santan dan 2500 ribu ton kelapa parut. Besar nilai ekspor untuk produk kelapa Indonesia tahun 1990 yang berasal dari

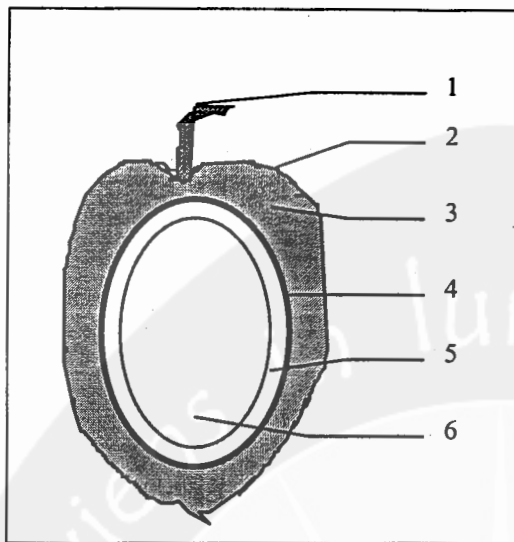
minyak kelapa (5,3%), kopra (38,5%), arang tempurung (1,8%), dan kelapa parut kering (1,4%).

Dipandang dari konsumsi dalam negeri, kelapa dan berbagai jenis tanaman menghasilkan berbagai ragam lemak dan minyak yang satu sama lain dapat saling bersubstitusi. Konsumsi lemak dan minyak nabati di Indonesia menurut sumber *Oil Word* tahun 1984-1991 dalam Muljodihardjo (1993) yang berasal dari minyak sawit 62%, minyak kelapa 29%, inti sawit 6% dan kedelai serta minyak lain 3%. Pada tahun-tahun terakhir kelapa dikonsumsi dalam bentuk *disiccated coconut* dan hasil samping lain yang tidak dapat disubstitusi oleh minyak sawit yang jumlahnya 53% dari penggunaan kelapa, berarti kelapa memiliki kedudukan khusus dalam konsumsi masyarakat di Indonesia (Muljodiharjo, 1993).

1. Buah Kelapa

Kelapa (Cocos nucifera, L.) merupakan tanaman yang tumbuh di daerah beriklim tropis. Setiap bagian dari buah kelapa yang terdiri dari bagian serabut, tempurung, daging buah dan air kelapa dapat dimanfaatkan. Menurut Djatmiko (1983) komposisi bagian buah kelapa yang masak kadar air kelapa 19,2 - 25%, Tempurung 12 - 13% , daging buah 28%-34,9% dan serabut kelapa 32 - 35%.

Bagian-bagian buah kelapa dapat dilihat pada Gambar 1



Keterangan :

1. Tangkai buah
2. Exocarp (kulit luar)
3. Mesosperm (sabut)
4. Endocarp (tempurung)
5. Endosperm (daging buah)
6. Air buah kelapa

Gambar 1. Penampang melintang buah kelapa

Sumber : Grimwood (1975) dalam Anonim (1992^b)

2. Daging Buah Kelapa

Bagian buah kelapa yang merupakan sumber minyak adalah daging buahnya. Daging buah kelapa merupakan bagian terpenting dari buah kelapa, yang jumlahnya 28 – 34,9% dari buah kelapa, karena berdasar komposisinya mengandung minyak dan senyawa-senyawa lain yang mempunyai nilai gizi lebih tinggi (Djarmiko, 1983).

Komposisi kimia daging buah kelapa bervariasi tergantung oleh jenis pohon kelapa dan umur buahnya. Secara umum komposisi kimia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Daging Buah Kelapa

Komponen	Daging buah kelapa muda	Daging buah kelapa tua
Air	90,80	46,30
Protein	0,90	4,08
Lemak	1,40	37,29
Karbohidrat	6,30	11,29
Serat kasar	—	3,39
Abu	0,60	1,03

Sumber : Woodroof, 1970

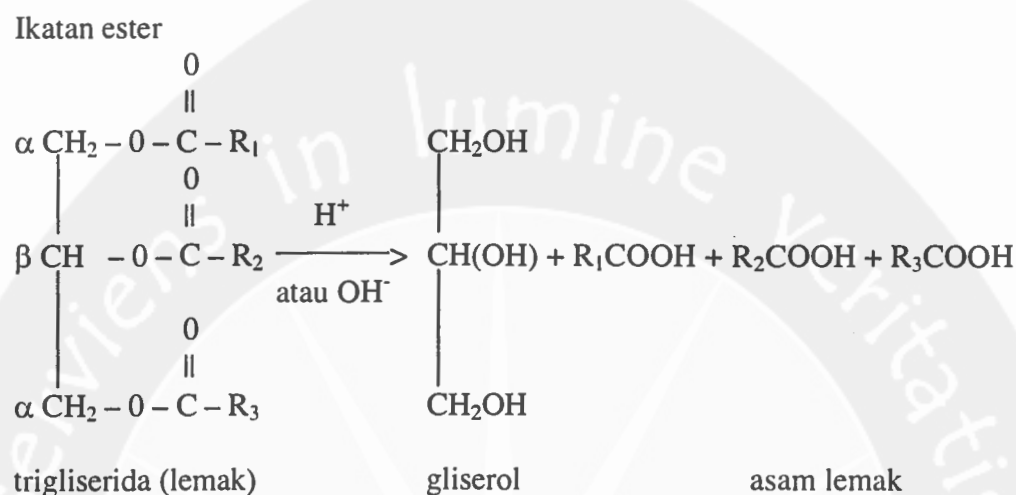
Daging buah kelapa mempunyai kandungan asam amino sebanyak 6 dari 8 asam amino esensial (Ketaren, 1986). Protein daging buah kelapa terdiri dari protein berbobot molekul tinggi dan protein berbobot molekul rendah (Hagenmaier, 1972 dalam Naruki, 1988).

Asam lemak pada daging buah kelapa terutama tersusun oleh asam laurat (45%), miristat (18%), palmitat (9,5%), oleat (8,2%), kapriat (7,8%) dan stearat 5%). Asam lemak tersebut terikat pada molekul gliserol dalam bentuk minyak (Woodroof, 1970). Semakin bertambah umur buah kelapa akan semakin tinggi kadar asam lemaknya (Rusidi, 1988).

B. Minyak

Minyak dan lemak terdiri dari trigliserida campuran yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang, jika dihidrolisis menghasilkan 3 molekul asam lemak rantai panjang dan 1 molekul gliserol (Ketaren, 1986).

Adapun proses hidrolisis trigliserida tersebut seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Reaksi hidrolisis trigliserida (Ketaren, 1986)

Secara umum komponen penyusun lemak dan minyak adalah trigliserida dan sejumlah kecil komponen lipid kompleks, sterol, asam lemak bebas, lilin, pigmen dalam lemak dan hidrokarbon. Trigliserida dapat berwujud padat atau cair tergantung pada komposisi asam lemak penyusunnya. Sebagian besar minyak nabati berbentuk cair pada suhu kamar karena mengandung sejumlah asam lemak tidak jenuh yaitu asam oleat, linoleat dan asam linolenat dengan titik cair yang rendah. Lemak hewan umumnya berbentuk padat pada suhu kamar karena banyak mengandung asam lemak jenuh yaitu palmitat, stearat dengan titik cair yang tinggi. Sifat fisika kimia minyak satu dengan yang lain berbeda karena perbedaan jumlah dan jenis ester didalamnya (Ketaren, 1986).

1. Asam lemak

Asam lemak terpenting yang terdapat dalam minyak dan lemak digolongkan menjadi 2 jenis yaitu :

- a. Asam lemak jenuh meliputi asam asetat, butirrat, isovalerat, kaproat, kaprilat, kaprat, laurat, miristat, stearat, arachidat, behenat dan lignoserat.
- b. Asam lemak tidak jenuh meliputi asam hypogeat, palmitoleat, physetoleat, oleat, rapat, gadoleat, erukat, linolenat, linoleat, clupanodonat dan arachidonat (Krischenbaver, 1960, dalam Ketaren, 1986).

Sifat asam lemak tercermin oleh sifat rantai hidrokarbonnya. Secara alamiah asam lemak jenuh yang mengandung atom karbon $C_1 - C_8$ berwujud cair dan jika lebih besar dari C_8 berwujud padat. Semakin banyak jumlah ikatan rangkap pada suatu rantai karbon tertentu, titik cair semakin rendah (Ketaren, 1986).

Kualitas minyak ditentukan oleh komposisi asam lemaknya. Semakin tinggi proporsi asam lemak tidak jenuh (*poly unsaturated fatty acid*) dianggap kualitas minyak makin baik (Karyadi dkk, 1990).

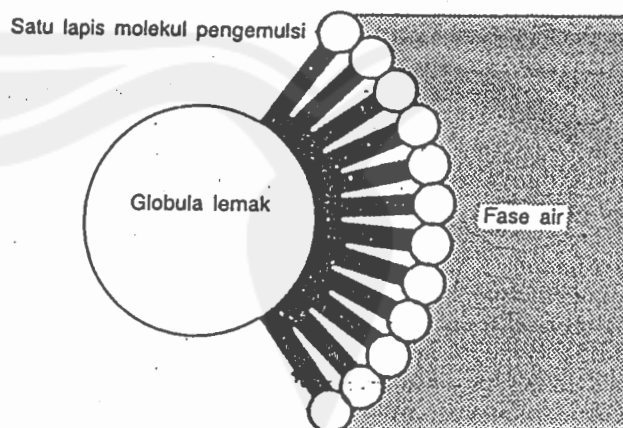
2. Asam lemak bebas

Asam lemak bebas merupakan produk tersier dari proses hidrolisis dan oksidasi pada lemak. Lemak yang mengandung asam lemak tidak dapat menguap dengan jumlah atom C lebih besar dari 14 mengakibatkan rasa tidak enak. Pada asam lemak bebas dapat menguap dengan jumlah atom carbon C_4 , C_6 , C_8 dan C_{10} menghasilkan bau tengik pada bahan pangan

berlemak (Ketaren, 1986). Ikatan ester antara gliserol dan asam lemak selama proses oksidasi termal dapat mengakibatkan ketengikan pada minyak. Kandungan asam lemak bebas pada minyak dapat terbentuk selama proses maupun penyimpanan yang merupakan petunjuk tingkat kualitas minyak (Weiss, 1970).

C. Emulsi

Emulsi adalah suatu dispersi atau suspensi fase cair dalam fase cair yang lain, campuran tersebut terdiri dari titik-titik yang tersebar di seluruh fase lain dan tidak saling berbaur. Cairan yang membentuk globula-globula kecil disebut fase terdispersi atau fase kontinyu, sedang tempat terdispersinya globula disebut fase diskontinyu (Winarno, 1983). Orientasi molekul emulsi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skema Orientasi molekul emulsifier
Sumber : Hartman (1974) dalam Winarno (1983)

Menurut Karel (1973) peran protein sebagai penstabil adalah kemampuan dari protein untuk membentuk suatu lapisan yang kuat pada antar tegangan permukaan minyak dan air untuk menahan koalensi. Kemampuan protein sebagai penstabil disebabkan protein mempunyai sifat amfilik yaitu struktur molekulnya mempunyai gugus yang mampu bergabung dengan air (hidrofilik) dan bergabung dengan globula lemak (hidrofobik) (Tranggono, 1989).

Santan pada pengolahan minyak kelapa merupakan contoh emulsi, santan merupakan dispersi larutan (minyak) dalam larutan lain (air). Air dalam santan mengandung bermacam-macam protein sebagai “*emulsifying agent*”. Komposisi kimia santan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia santan

Senyawa Penyusun	Kadar %
Kadar air	54,10%
Lemak	32,20%
Protein	4,40
Kadar abu	1,0
Karbohidrat	8,3

Sumber : Subramaniam dan Sihotang (1976)dalam Buda (1981).

Pada pengolahan minyak sistem emulsi harus dipecah untuk mengeluarkan minyak dengan menghidrolisa protein penstabil emulsi sehingga minyak dapat dipisahkan dari komponen homogenya. Cara memusnahkan zat penyebab emulsi stabil dapat dilakukan dengan reaksi kimia yang mengubah zat lain atau dengan cara merusak lapisan yang menyebabkan emulsi stabil

melalui pengadukan, sentrifugasi, pembekuan, pemanasan, keasaman (pH) dan perlakuan enzimatis (Weiser, 1956 dalam Kanoni, 1980).

Pemanasan dapat menyebabkan protein dengan bobot molekul tinggi terdenaturasi dan tidak mampu menstabilkan dispersi lemak. Protein dengan bobot molekul rendah dapat dipecahkan stabilitasnya dengan perlakuan enzimatis. Perlakuan enzimatis dengan enzim protease pada santan dapat memudahkan proses ekstraksi minyak karena kemampuan protease dalam memutus rantai peptida menyebabkan penurunan kestabilan emulsi pada santan (Rusidi, 1988).

D. Minyak Kelapa

Salah satu jenis minyak nabati yang dikonsumsi masyarakat adalah minyak kelapa. Minyak kelapa mengandung 84% trigliserida dengan 3 molekul asam lemak jenuh, 12% trigliserida dengan 2 molekul asam lemak jenuh, dan 4% trigliserida dengan satu molekul asam lemak jenuh (Ketaren, 1986). Komposisi asam lemak minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa

Asam lemak	Rumus Kimia	Jumlah %
Asam lemak jenuh:		
Asam kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0,0 - 0,8
kaprilat	$C_7H_{17}COOH$	5,5 - 9,5
kaprat	$C_9H_{19}COOH$	4,5 - 9,5
laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	44,5 - 52,0
miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	13,0 - 19,0
palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	7,5 - 10,5
stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	1,0 - 3,0
arachidat	$C_{19}H_{39}COOH$	0,0 - 0,4
Asam lemak tak jenuh:		
Asam palmitoleat	$C_{15}H_{29}COOH$	0,0 - 1,3
oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	5,0 - 8,0
linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	1,5 - 2,5

Sumber : Thieme (1968)

Dari tabel 3 diketahui asam lemak jenuh minyak kelapa kurang lebih 90%. Berdasarkan kandungan asam lemaknya minyak kelapa digolongkan minyak asam laurat karena kandungan asam lauratnya paling besar dibanding asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidakjenuhannya minyak kelapa dimasukkan ke dalam golongan *non drying oils*, karena bilangan yod minyak kelapa berkisar 7,5 - 10,5 (Ketaren, 1986).

Syarat kualitas minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Syarat kualitas Minyak Kelapa SNI 1992

1.	Air	maks	0,5%
2.	Kotoran		0,05%
3.	Bil. Iod (g iod/100 gr contoh		0,05%
4.	Bil. penyabunan (mg KOH/g contoh)		8 - 10
5.	Bilangan peroksida (mg Oksigen/g contoh)	maks	5,0
6.	Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam laurat)	maks	5%
7.	Warna, bau	normal	
8.	Minyak pelikan	negatif	
9.	Industri makanan tidak boleh mengandung logam berbahaya dan arsen		

Sumber : Standar Nasional Indonesia (Anonim, 1992^a)

1. Sifat –sifat minyak pada minyak kelapa diantaranya :

a. Titik cair

Titik cair minyak ditentukan oleh asam lemak yang menyusun trigliserida yang punya bermacam-macam titik cair. Titik cair untuk minyak kelapa merupakan kisaran suhu 20 - 28⁰C (Murdjati, *dkk.*, 1984).

b. Bau

Odor dan flavor pada minyak selain terdapat secara alami, juga karena pembentukan asam berantai pendek, sebagai hasil peruraian pada kerusakan minyak atau lemak, atau komponen bukan minyak. Bau khas pada minyak kelapa disebabkan oleh *nonyl methylketon* (Ketaren, 1986).

c. Warna

Warna minyak dapat secara alamiah terdapat pada bahan yang mengandung minyak dan terekstraksi bersama minyak. Zat warna minyak berupa α dan β karoten, xantofil, klorofil dan anthosyanin, atau warna lain yang terjadi karena oksidasi dan degradasi komponen kimia dalam minyak (Ketaren, 1986). Pigmen warna jingga atau kuning pada minyak kelapa disebabkan oleh karotenoid yang larut dalam minyak.

2. Hidrolisis dan oksidasi pada minyak

Reaksi penting pada minyak adalah reaksi hidrolisis dan oksidasi.

a. Hidrolisis

Adanya air dalam minyak akan mengakibatkan terjadinya reaksi hidrolisis. Dalam proses hidrolisa, minyak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol, proses mengakibatkan "hidrolitic rancidity" yang menghasilkan flavor dan rasa tengik pada minyak (Djarmiko dan Widjaja, 1973).

b. Oksidasi

Oksidasi dapat terjadi karena kontak sejumlah oksigen dengan minyak.

Asam lemak bebas dapat mengalami oksidasi oleh udara atau sinar matahari membentuk produk primer berupa peroksida dan hidroperoksida (Ketaren, 1986).

Peroksida bila mengalami oksida lebih lanjut akan menghasilkan keton dan aldehid yang mudah menguap dan dalam, jumlah kecil (1 bagian perjuta) menimbulkan bau tengik (Schlutz, 1962).

Produk minyak yang memenuhi kualitas sebagai minyak makan, perlu pengolahan yang spesifik tergantung pada sifat alamiah minyak dan hasil akhir yang diinginkan oleh selera konsumen.

E. Proses Pengolahan Minyak

Murdijati dan Supriyanto (1987) menyatakan bahwa pengolahan minyak kelapa berprinsip pada usaha memisahkan minyak dari sel-sel daging buah kelapa yang berbentuk globula lemak dikelilingi lapisan protein dan lapisan air. Globula lemak dapat diambil dengan cara merusak lapisan pelindung berupa protein.

Proses pengolahan minyak kelapa dapat dilakukan dengan 2 cara,

- a. Cara pengolahan kering : bahan berupa daging kelapa yang telah dikeringkan untuk mengurangi kadar air, kemudian bahan berbentuk kopra ditekan untuk mendapatkan minyaknya.
- b. Cara pengolahan basah : bahan berupa daging kelapa segar dikecilkan ukurannya dan diambil santannya, kemudian dilakukan pemanasan untuk mengeluarkan minyaknya (Buda , 1981).

Proses ekstraksi minyak dapat dilakukan dengan 2 macam cara dengan penekanan / pengepresan dan dengan zat pelarut. Proses ekstraksi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berhubungan dengan afinitas minyak jaringan sel, sedangkan jumlah minyak yang dapat dikeluarkan dari bahan, ditentukan oleh besar kecilnya ukuran bahan, besarnya tekanan, lamanya pemberian tekanan, suhu serta viskositas minyak (Murdijati dan Supriyanto, 1987).

Pengolahan Minyak Kelapa Secara Basah

Proses pengolahan minyak di Indonesia secara umum dilakukan dengan menggunakan metode basah. Pengolahan minyak tradisional dengan cara *klentikan* yang merupakan industri minyak rakyat banyak dipilih di pedesaan karena dapat langsung dikerjakan dari daging buah kelapa segar, dioperasikan dalam skala kecil, dengan peralatan sederhana (Thieme, 1968). Minyak yang dihasilkan bersih, berbau sedap dengan kandungan asam lemak bebas yang rendah (Buda, 1981).

Secara garis besar tahapan pengolahan minyak kelapa secara basah adalah tahap pamarutan, tahap pembuatan santan, tahap pemanasan, tahap pengepresan dan penyaringan minyak (Murdijati, dkk., 1984).

Tahap pamarutan

Bertujuan merusak sel daging buah kelapa, sehingga ukuran sehalus mungkin. Semakin banyak sel daging buah kelapa yang rusak makin mudah santan dikeluarkan (Murdijati, dkk., 1984).

Tahap pembuatan santan

Santan merupakan bahan baku pada pengolahan minyak secara basah. Pemberian tekanan pada daging buah kelapa segar akan menghasilkan cairan putih (santan) yang mengandung air 50% dan 30% minyak. Pemanasan pada ekstraksi daging kelapa segar dapat menaikkan rendemen minyak kelapa. Pemanasan pendahuluan pada bahan dasar agar dinding sel bahan permeabel untuk minyak sehingga mempercepat keluarnya minyak dari jaringan (Murdijati dan Supriyanto, 1987).

Tahap pemanasan

Pemanasan bertujuan memisahkan antara globula minyak dari zat pengemulsinya dalam santan, dengan dipecahnya stabilitas emulsi akan memudahkan proses pemisahan minyak. Pemanasan juga dimaksudkan untuk mengurangi kandungan air dan menghasilkan minyak dalam jumlah yang maksimal. Buda (1981) menyatakan pemecahan emulsi dapat dilakukan dengan pemanasan 3 - 4 jam namun pemanasan yang terlalu lama justru menurunkan kualitas minyak kelapa.

Tahap pengepresan dan penyaringan

Adalah tahap pemisahan secara mekanik untuk memisahkan minyak dari residu yang terendap dalam minyak hasil pemanasan. Pemisahan minyak dilakukan dengan melewati minyak dalam saringan yang tidak dapat dilewati oleh residu sehingga dihasilkan minyak yang jernih (Murdijati dan Supriyanto, 1987).

Pada pengolahan minyak kelapa secara basah, pemisahan minyak dapat dibantu dengan cara enzimatis. Penggunaan enzim bertujuan meningkatkan ekstraksi senyawa dalam sel, karena pemecahan bersifat selektif tanpa mengganggu senyawa lain (Buda, 1981). Penambahan enzim diberikan pada bahan berbentuk santan, sehingga pemecahan emulsi dapat berjalan lebih sempurna. Aktivitas enzim pemecah protein, akan mempengaruhi kedudukan protein sebagai pelindung globula minyak dan akhirnya memudahkan pemisahan minyak.

Pemeraman pada pembuatan minyak kelapa secara basah dapat menaikkan rendemen minyak, karena memberikan kesempatan kepada enzim bromelin untuk bekerja aktif dalam menghidrolisa protein, pada waktu dan suhu yang sesuai.

Protein yang mempunyai berat molekul tinggi akan terhidrolisa secara enzimatik (Heinicke dan Gortner, 1957) sedang sebagian protein yang berbobot molekul rendah yang tidak dapat dipecah melalui proses enzimatik dilakukan dengan pemanasan.

Tahap perendaman (pemeraman) pada pembuatan minyak kelapa berkaitan dengan proses hidrolisis. Dengan adanya air maka proses hidrolisa minyak membentuk asam lemak bebas akan lebih cepat terjadi, sehingga minyak yang diperoleh pada tahapan proses berikutnya mempunyai kandungan asam lemak bebas yang tinggi (Utami dan Hadiwiwoto, 1982). Semakin lama waktu pemeraman berarti semakin banyak lemak yang terhidrolisa sehingga asam lemak bebas yang dihasilkan semakin tinggi (Utami dan Hadiwinoto, 1982).

Asam lemak bebas dapat terbentuk karena proses oksidasi selama proses pembuatan atau penyimpanan. Pada tahap pemanasan awal pada pembuatan minyak, lemak dapat mengalami oksidasi sehingga suhu pemeraman yang semakin tinggi juga dapat meningkatkan asam lemak bebas minyak. Dengan waktu dan suhu pemeraman yang optimal untuk bekerjanya enzim dapat mempercepat proses ekstraksi minyak dari santan, meningkatkan rendemen minyak dan mempersingkat waktu pada tahap pemanasan (Weiss, 1970).

F. Enzim

Kata enzyme dikenal oleh Kuchne (1976) dalam Winarno (1983) untuk zat yang bekerja pada suatu substrat, yang didefinisikan sebagai ragi yang bentuknya tidak tertentu dan teratur. Secara biokimia enzim dikatakan sebagai suatu kelompok protein yang berperan penting dalam proses aktivitas biologi. Enzim umumnya mempercepat reaksi dengan cara kerja menurunkan tenaga aktivasinya (Girindra, 1986).

1. Enzim Protease

Enzim protease atau proteolitik adalah enzim yang dapat menguraikan atau memecah protein. Protease termasuk dalam kelas utama enzim hidrolase yang mengkatalis reaksi-reaksi hidrolisis (Dixon dan Webb, 1979). Proses hidrolisis protein memecah protein kompleks menjadi protein sederhana. Protein merupakan polimer yang terdiri dari asam amino yang berikatan membentuk rantai penyangga disebut polipeptida, menurut Stryer (1975) dalam Susanto (1987) katalisa enzim protease adalah menghidrolisa ikatan peptida.

Yang tergolong enzim protease adalah tripsin, kemotripsin, elastase, papain, fisin, bromelin, pepsin dan renin.

2. Bromelin (EC. 3.4.22.4)

Enzim bromelin termasuk enzim proteolitik menurut Dixon dan Webb (1979) dikatakan enzim bromelin mempunyai nomor kode EC. 3.4.22.4 yang berarti termasuk sub kelas utama hidrolase, sub kelas enzim yang mempunyai keaktifan spesifik pada ikatan peptida, sub-sub kelas enzim



ethimol protease dan mempunyai nomor urut empat pada kelompok thiol protinase.

Enzim bromelin adalah glikoprotein yang mempunyai satu bagian oligosakarida per molekul yang dihubungkan dengan ikatan kovalen pada rantai peptida. Hasil dari hidrolisa protein adalah protease, pepton, peptida dan asam amino (Chairunnisa, 1985). Menurut Reed (1975) enzim bromelin memecah ikatan peptida pada ikatan arginin-alanin dan alanin-glutamin dan senyawa hasil dari hidrolisa merupakan komponen yang larut dalam air.

Enzim bromelin merupakan salah satu enzim yang dapat ditemukan pada famili Bromeliaceae, misalnya pada nanas. Enzim yang terdapat dalam sari batang "*Juice Steam*" disebut bromelin batang, sedangkan dalam sari buah "*Fruit Juice*" disebut bromelin buah (Murachi, 1970).

Konsentrasi dan aktifitas enzim bromelin dari sari buah tanaman nanas selama tingkat pertumbuhan dan pemotongan berbeda-beda. Hasil penelitian Omar, *et al.*, (1978) menunjukkan bahwa konsentrasi enzim bromelin pada daging buah, kulit buah, bonggol dan tangkai buah berbeda-beda. Perbedaan ini diperkirakan karena protein pada bromelin diubah menjadi senyawa lain yang punya peran metabolit. Omar, *et al.*, (1978) melaporkan data tentang konsentrasi enzim pada tanaman nanas seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan bromelin dalam tanaman nanas

Bagian buah	Kandungan (%)
Buah utuh masak	0,060 - 0,080
Daging buah masak	0,080 - 0,125
Kulit buah	0,050 - 0,052
Bonggol	0,100- 0,600
Tangkai buah	0,040 - 0,060
Buah utuh mentah	0,040 - 0,060
Daging buah mentah	0,050 - 0,070

Sumber : Omar, *et al.* (1978)

Bonggol nanas sebagai sumber enzim bromelin dengan konsentrasi terbanyak mempunyai komposisi kimia seperti ditunjukkan pada gambar 6.

Tabel 6. Komposisi Kimia Bonggol Buah Nanas

Komposisi	Bobot (gr/100gr)
Nitrogen "protein"	6,4 – 10
Nitrogen non protein	0,2 – 3,0
Fosfolipid	0,2
Karbohidrat kompleks	25 – 40
Total abu sebagai oksida	10 – 16
Kalsium	2,5 – 10
Magnesium	0,33
Kalium	2,89
Tembaga	0,002 – 0,02
Besi	0,06 – 0,114
Fosfor	0,10 – 0,18

Sumber : Heinecke dan Gortner (1957)

Dixon dan Webb(1979)menyatakan bahwa dalam ekstrak enzim kasar terdapat beberapa sustansi kimia yang berbeda-beda. Komposisi unit karbohidrat dari enzim bromelin mengandung 3 mol Manosa, 1 mol fruktosa, 1 mol Xylisa dan 2 mol N- Asetil glukosamin.

3. Aktivitas enzim bromelin

Aktivitas enzim dipengaruhi oleh keadaan lingkungan, misalnya suhu, pH, kadar air, konsentrasi enzim, waktu dan konsentrasi substrat.

a. pH :

Enzim mempunyai konstanta disosiasi pada gugus asam maupun gugus basanya, terutama pada gugus residu terminal karboksilat dan gugus residu terminal aminonya (Winarno, 1983).

Enzim secara umum menunjukkan aktivitas optimal pada pH antara 4,5-8,0. Setiap enzim mempunyai kisaran pH optimal tertentu, enzim bromelin pada kisaran pH 6 - 8 dapat menghidrolisa Kasein (Reed, 1975). Enzim bromelin bekerja aktif pada pH 6,5 (Tauber, 1949).

b. Suhu :

Pada umumnya semakin tinggi suhu, semakin naik laju reaksi kimia, baik yang dikatalisis maupun yang tidak dikatalisis oleh enzim (Winarno, 1983), tetapi enzim adalah protein, jadi semakin tinggi suhu proses inaktif enzim juga meningkat. Aktivitas enzim bromelin optimum pada suhu 35 - 50°C (Awang dan Rozak, 1978). Keaktifan bromelin yang optimum dicapai pada suhu 50°C dan pH 6,5 mampu mengekstrak protein 35,2 persen pada tepung kelapa (Molina dan Lachane, 1972, dalam Buda, 1981). Temperatur inaktif enzim bromelin pada suhu 60°C - 70°C (Tauber, 1949).

c. Waktu :

Enzim bromelin masih dapat bekerja aktif selama 48 jam (Indrawati, 1980). Aktivitas enzim bromelin dari pemurnian terhadap kasein tetap stabil selama 24 jam pada suhu 5⁰c dengan kisaran pH 4 - 10 (Chairunnisa, 1985).

d. Kosentrasi enzim dan substrat

Keterkaitan jumlah enzim dan substrat sangat penting untuk mencapai kecepatan reaksi maksimum. Pada konsentrasi substrat yang tinggi, semua molekul enzim dapat membentuk ikatan kompleks dengan substrat (E-S) sehingga dengan kenaikan konsentrasi substrat tidak berpengaruh pada kecepatan reaksinya (Girindra, 1986).

Enzim Bromelin yang tidak diisolasi mempunyai keaktifan yang masih tinggi dan tidak memberikan rasa pahit pada hidrolisanya (Indrawati, 1980).

G. Hipotesa

1. Suhu dan waktu pemeraman yang optimal pada pembuatan minyak kelapa dengan menggunakan enzim bromelin kasar dapat meningkatkan kuantitas minyak.
2. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pemeraman, semakin tinggi kandungan asam lemak bebas minyak sehingga menurunkan kualitas minyak.